

RESULTADOS DEL ANALISIS ENERGETICO Y DE HABITABILIDAD HIGROTÉRMICA  
DE LAS TIPOLOGÍAS DEL SECTOR RESIDENCIAL URBANO DEL AREA  
METROPOLITANA DE BUENOS AIRES.

Jorge Czajkowski \*, Elías Rosenfeld \*\*

PALABRAS CLAVES: Arquitectura/Conservación de energía/ Tipologías/Sector residencial/Comportamiento térmico /Habitabilidad.

RESUMEN

Sobre el banco de datos formado para el proyecto "Audibaires" <sup>1</sup>, en que se realizaron auditorías globales y detalladas, se profundiza el análisis de las características energéticas y de habitabilidad higrotérmica de las 17 tipologías definidas en el primer catálogo de viviendas urbanas de la región <sup>2</sup>.

El trabajo que se presenta, muestra los resultados del análisis de las variables energéticas y de habitabilidad en relación a las variables dimensionales y formales de los edificios. Se expone un estado avanzado de:

- a. Las características geométricas y térmicas medias de las tipologías de viviendas analizadas.
- b. Catálogo complementario que resume las características tecnológicas, formales, térmicas, de consumo y comportamiento higrotérmico a partir de un análisis casuístico.
- c. Las principales correlaciones entre variables.
- d. Los principales indicadores térmicos que explican las características de las tipologías de la región.

Finalmente se describe la evolución de la calidad térmica de la envolvente de los edificios, tomando como referencia a la tipología "Cajón".

INTRODUCCION

El trabajo centró su interés en las variables energéticas y de habitabilidad en relación a las variables dimensionales y formales de los edificios. Esto se fundamenta en que las tipologías posibilitaban una evaluación con error aceptable del universo edilicio de los hogares consumidores de energía de una región.

Este método ha sido utilizado en tal sentido en Francia, Italia, EEUU, entre otros países. Sin embargo las particularidades inherentes a la

---

\* Becario del CONICET.

\*\* Investigador del CONICET.

IDEHAB, Instituto de Estudios del Habitat. Unidad de Investigación N°2. Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata. Calle 47 N°162. Casilla de Correo 478 (1900). La Plata, Argentina.

gran dispersión de tipos y modelos que caracterizan a nuestro país, hicieron percibir prontamente que debía ajustarse el método de análisis a efectos de reducir el error de representatividad.

Una de las hipótesis centrales dice que los tipos edilicios operan como diferenciales representativos del tejido urbano-rural consumidor de energía. Y que en consecuencia la auditoría energética detallada de tipos y modelos equivale a una auditoría de un universo tal, en que los valores resultantes de los tipos posibilitaran su reconstrucción con un error aceptable en función de los datos generados por los entes que proveen los diferentes vectores energéticos de la región.

Este camino fue transitado y así se construyó un primer catálogo tipológico que fué validado por la técnica antes expuesta.

Previo a esto se realizó una clasificación tentativa de las tipologías de viviendas de la región por métodos simples de concentración y luego concentración parcial en etapas múltiples, que permitió formar una idea abarcativa del problema planteado.

#### ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS, TECNOLÓGICAS Y TÉRMICAS DE LAS TIPOLOGÍAS

Sobre las muestras de tipologías de viviendas se calcularon los valores medios del coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas "G", de acuerdo a la Norma IRAM 11.604/86 y extranjeras, así como otros indicadores dimensionales.

	Tipología	Nro	hmed m	Smed m <sup>2</sup>	Vmed m <sup>3</sup>	Cmed	fmed	Gmed W/m <sup>3</sup> C	Kprima W/m <sup>2</sup> C	KGmed W/m <sup>2</sup> C	Gadm IRAM	Gadm (5)	Gadm (6)
CASAS	Chorizo	1	3.40	103	350	0.34	1.16	2.20	7.48	1.89	2.65	1.40	1.25
	Cajón	2	2.72	75	204	0.42	1.24	2.66	7.23	2.15	2.92	1.49	1.31
	Duplex Mixto	3	2.80	131	367	0.41	0.87	2.40	6.72	2.76	2.63	1.14	1.00
	Racionalista	4	2.80	106	297	0.44	0.81	2.29	6.42	2.83	2.73	1.09	0.95
	Chalet Calif.	5	3.54	142	503	0.48	0.87	2.24	7.93	2.56	2.51	1.13	1.00
	Cajón Mod. PEP	6	2.85	85	242	0.41	1.21	2.36	6.73	1.95	2.83	1.47	1.29
	Cajón FONAVI	7	2.64	57	150	0.38	1.00	3.07	8.08	3.07	3.08	1.26	1.11
	Duplex FONAVI	8	2.61	72	188	0.43	0.69	2.67	6.97	3.00	2.96	1.16	1.01
DEPTOS	Renta Pasillo	9	3.40	87	296	0.37	1.41	2.60	6.84	1.89	2.73	1.64	1.47
	Renta 1940	10	2.63	64	168	0.37	1.16	2.55	6.69	2.20	3.02	1.41	1.25
	Renta Altura	11	2.64	55	145	0.38	0.99	2.72	7.17	2.75	3.10	1.25	1.10
	Prop. Horizontal	12	2.63	59	155	0.37	1.44	2.77	7.31	1.92	3.06	1.67	1.49
	Torre mod. PH.	14	2.59	51	132	0.38	1.40	2.81	7.28	2.01	3.15	1.63	1.46
	Bloque Bajo	16	2.70	61	165	0.39	1.32	2.48	6.21	1.88	3.03	1.56	1.39
	Torre Estatal	16	2.61	75	196	0.41	0.93	3.00	7.84	3.22	2.94	1.22	1.05
	Placa	17	2.72	58	158	0.39	0.94	2.38	6.48	2.53	3.04	1.21	1.06

Cuadro 1 Características geométricas y térmicas medias de las tipologías de viviendas analizadas.

El factor de forma permite realizar una comparación con normas internacionales. El cálculo del coeficiente Kprima, permite comparar energéticamente dos tipologías independientemente de la altura. Esto se ve en el caso de la tipología chorizo (T1), cuya baja compacidad la haría en principio energéticamente desfavorable respecto de las demás. Ahora bien, comparando el coeficiente G, aparece como la de menores pérdidas, pero tomando Kprima, aparece como una de las peores.



Los valores de "G" medio de cada tipología se compararon con los máximos que admiten normas "...", para los factores de forma correspondientes. Para las normas europeas se debió transformar los coeficientes "CD" para la italiana y "KB" medio, para la española en valores del "G" calculado para la muestra, según los grados día de la región (1000 GD).

Para realizar el diagnóstico de las tipologías en su comportamiento real, se seleccionaron casos representativos de estas, construyéndose un catálogo complementario al presentado en otras ediciones de ASADES, que incluye: a. Aspectos dimensionales, b. aspectos energéticos, c. tecnología y d. situación de confort semanal y horario en invierno y verano.

Debido a que se produce una variación del G con la exposición se plantea un indicador (factor de exposición), que no solo contempla y corrige esta situación, sino que también sirve para explicar el tipo de agrupamiento de las viviendas.

$$fe = \frac{\text{área expuesta}}{\text{área envolvente}}$$

Expresión 1

$$G = 1.895 + 0.884 * fe$$

Expresión 2

Según lo visto se calcula la expresión 2 que surge de correlacionar el G con el fe graficado en la Figura 1. La figura 2 muestra los "G" medio de cada tipo y los máximos que admite cada norma.

$$f = 1.85 - 0.42 * CEP$$

Expresión 3.

Puede observarse que los "G" admisibles varían para cada tipología, debido a las características particulares de cada una de ellas (volumen y factor de forma).

Se determinó la representatividad porcentual de cada tipología en la muestra; sus consumos anuales medios de gas natural y electricidad y la asignación porcentual media de pérdidas térmicas en los diferentes conceptos de envolvente, para todos los casos válidos de la muestra.

Del análisis de estas variables, se detecta que existe una

Esquema	Fe	G	Kprima	Distribución de pérdidas %				
				Techas	Muros	Abert	Pisos	R.Aire
	1.00	2.8	7.00	32.6	34.6	7.3	7.8	17.6
	0.85	2.6	7.20	34.5	31.6	7.8	7.3	18.8
	0.70	2.6	6.80	36.7	28.3	8.3	6.7	19.8
	0.54	2.3	6.30	39.2	24.5	8.8	5.9	21.2
	0.30	2.6	6.80	36.7	28.3	8.3	6.7	19.8
	0.15	1.8	5.10	24.4	30.6	11.1	7.4	26.3

Cuadro 2 Variación del "G" respecto del factor de exposición para un caso tipo.

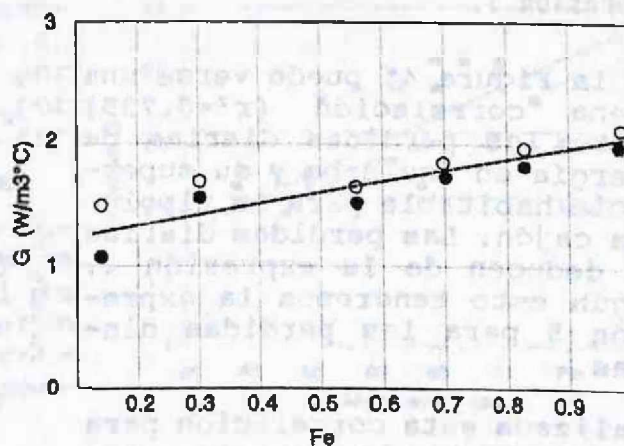


Figura 1 Correlación entre el "G" y el "Fe".

buena correlación entre el factor de forma de las viviendas y el consumo anual medio de energía primaria, según expresión 3 y representado en la Figura 3.

Si contrastamos el consumo anual medio en energía primaria con el factor de forma, observamos que se registran los mayores consumos en los casos menos compactos (T5) y los menores en los más compactos y con "fe" bajos. A pesar de esta aparente obviedad se destaca que las tipologías de los grupos A y B con factores de forma similares se diferencian en el consumo marcadamente. Esto se clarifica al considerar que pertenecen a grupos socio-económicos diferentes. Mientras que la (T5) conforma un grupo aparte como nos referimos en el párrafo anterior.

$$PD = UA \cdot \dot{U}_t \cdot 24 \cdot 3,6 / 10 \cdot E6$$

PD = pérdidas diarias (MJ/día)

UA = coef. pérdidas (W/°C)

$\dot{U}_t$  =  $t_c - t_{mm}$

$t_c$  = temp. de confort (18°C)

$t_{mm}$  = temp. media julio (9,7°C)

Expresión 4.

$$PD = 1,98097 \cdot SH - 5,49621$$

Expresión 5.

En la Figura 4, puede verse una buena correlación ( $r^2=0.735$ ) entre las pérdidas diarias de energía en invierno y su superficie habitable para la tipología cajón. Las pérdidas diarias se deducen de la expresión 4. Según esto tendremos la expresión 5 para las pérdidas diarias.

Realizada esta correlación para el total de la muestra, ver Figuras 5 y 6, y comparando la carga térmica anual con el total de energía consumida en

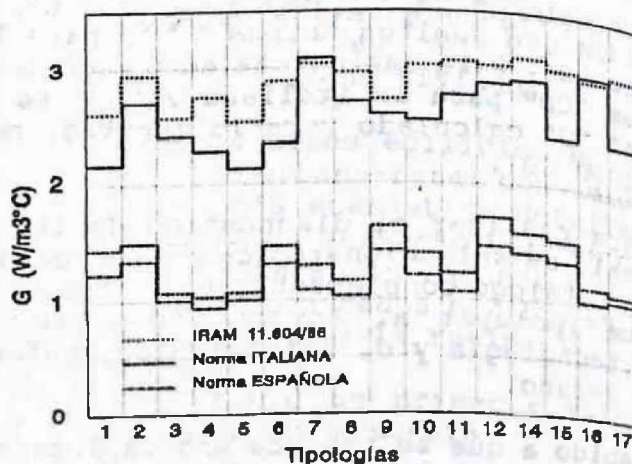


Figura 2 Coeficiente "Gmedio" según tipologías y valores admisibles según normas.

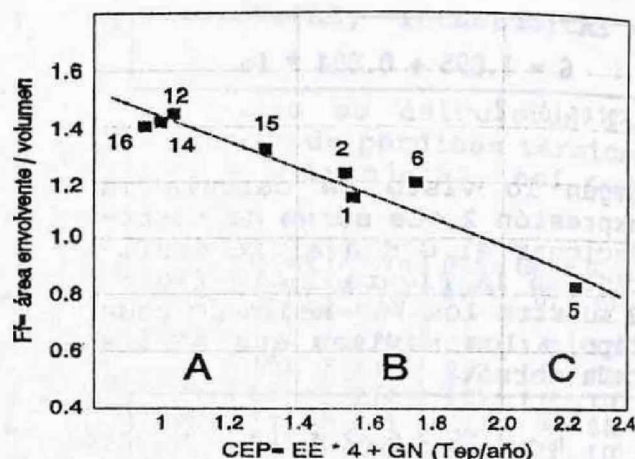


Figura 3 Correlación entre el "Ff" y el consumo anual medio de energía primaria "CEP" por tipologías.

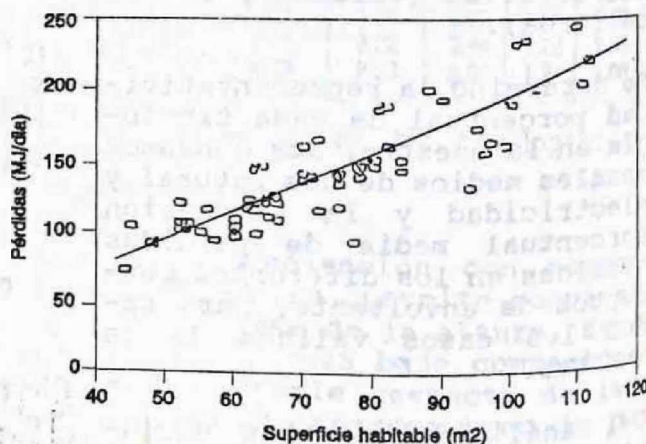


Figura 4 Correlación para la tipología cajón entre pérdidas diarias y sup.hab.



TEP/año por vivienda, vemos que se plantea una gran dispersión en la situación real de consumo. Esta diferencia entre calculado y medido se explica en que los usuarios consumen menos energía que la necesaria para estar en confort. Situación que se demuestra en los bajos niveles térmicos relevados.

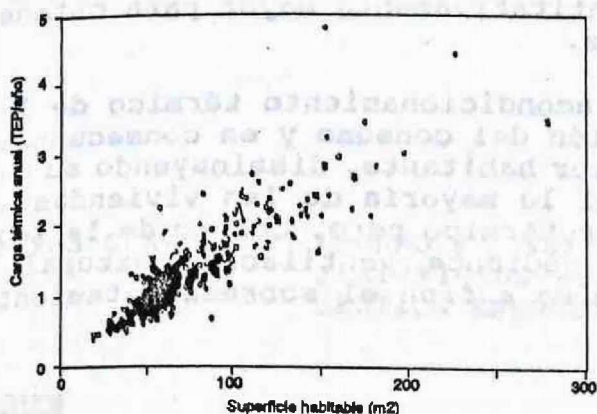


Figura 5 Correlación entre superficie habitable y carga térmica anual (Tep/año) para 291 casos.

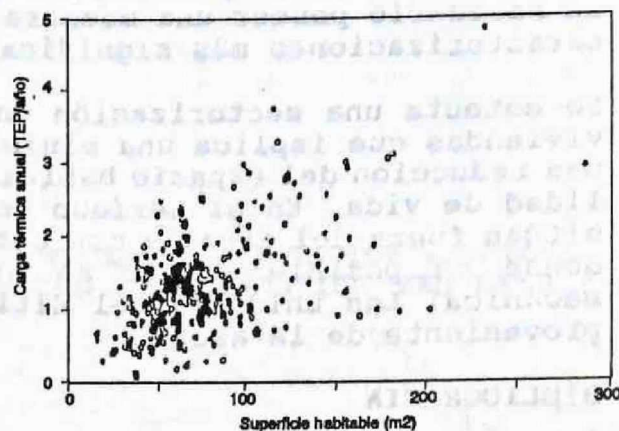


Figura 6 Correlación entre consumo anual de energía primaria (Tep/año) y sup habitable para 291 casos.

Finalmente, una de las hipótesis de trabajo, planteaba que la calidad de la envolvente fué disminuyendo con los años, a pesar de poseer hoy abundante variedad de materiales aislantes.

Realizada esta verificación se detecta una buena correlación ( $r^2=0.63$ ), y podemos observar que la mayor dispersión se produce en el entorno de la década de los 60-70. Lamentablemente no se posee mayor cantidad de casos en la última década.

$$G = 0,03875 * \text{AÑO CONSTRUCCION} + 0,19762$$

Expresión 6.

## CONCLUSIONES

Las diversas tipologías no presentan significativas diferencias en los porcentajes de pérdidas por techos y muros. Las pérdidas por pisos e infiltraciones deberían ser tomadas más en cuenta.

Los valores de "G" para las tipologías estudiadas son admisibles para las normas locales, en especial la IRAM 11.604/86, pero no cumplen con las normas internacionales que consideran dentro de ellas la conservación de energía.

Considerando que el "G" depende de la compacidad "Co" y el grado de exposición de la envolvente, siendo más importante este último, el factor de exposición "fe" pareciera ser

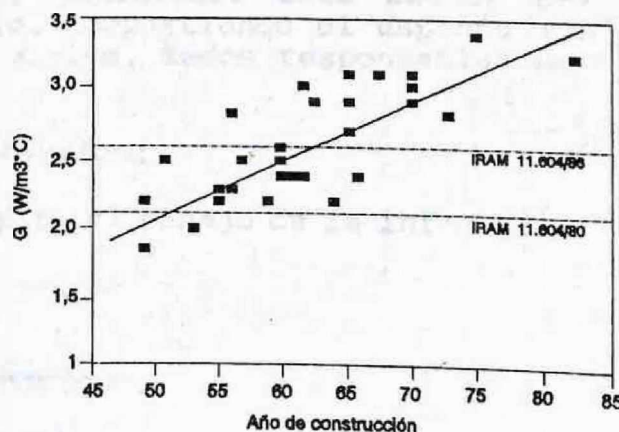


Figura 7 Correlación del "G" con el año de construcción.

una herramienta interesante. Debe destacarse que los valores de "G" son calculados teóricamente, y que existe una diferencia substancial entre lo realmente consumido y lo calculado teóricamente. Esto plantea disparidades entre tipos similares por el factor socio-económico de los usuarios (modo y condición de uso de la energía). Queda claro que es necesario poseer una muestra cuantitativamente mayor para obtener caracterizaciones más significativas.

Se detecta una sectorización en el acondicionamiento térmico de las viviendas que implica una minimización del consumo y en consecuencia una reducción del espacio habitable por habitante, disminuyendo su calidad de vida. En el período estival la mayoría de las viviendas se sitúan fuera del área de confort higrotérmico pero, dentro de la zona donde es posible llegar al mismo mediante ventilación natural o mecánica. Las unidades del último piso sufren el sobrecalentamiento proveniente de la azotea.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Rosenfeld, E. et al. "Evaluaciones energéticas de viviendas urbanas en el Area Metropolitana: AUDIBAIRES. Resultados y conclusiones". 12a Reunión de ASADES. 1987.
2. Czajkowski J. y Rosenfeld E. "Caracterización Tipológico-energética del Sector Residencial del Area Metropolitana de Buenos Aires". Primer Seminario de Investigación CIC-CNRS. Región Metropolitana de Buenos Aires, Mar del Plata, abril 1989.
3. Rosenfeld, E. et al. "Evaluaciones energéticas de viviendas urbanas en el Area Metropolitana: AUDIBAIRES. Resultados y conclusiones". 12a Reunión de ASADES. 1987.
4. "Norme per il contenimento del consumo energetico per uso termico negli edifici, Legge 30 aprile 1976. Italia.
5. "Norma Básica NBE-CT-79". Sobre condiciones térmicas en los edificios. Real Decreto 2429/79, España.
6. "Acondicionamiento Térmico de Edificios. Ahorro de Energía en Calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdida de calor". Norma IRAM 11.604/86.